

MAY 14 2007

TRANSMITTAL FORM

(to be used for all correspondence after initial filing)

Total Number of Pages in This Submission

Application Number	10/773,743
Filing Date	February 6, 2004
First Named Inventor	ISHIKAWA, Masanori
Art Unit	2856
Examiner Name	Rodney T. Frank
Total Number of Pages in This Submission	16869N-105200US

ENCLOSURES (Check all that apply)

<input type="checkbox"/> Fee Transmittal Form	<input type="checkbox"/> Drawing(s)	<input type="checkbox"/> After Allowance Communication to TC
<input type="checkbox"/> Fee Attached	<input type="checkbox"/> Licensing-related Papers	<input type="checkbox"/> Appeal Communication to Board of Appeals and Interferences
<input type="checkbox"/> Amendment/Reply	<input type="checkbox"/> Petition	<input type="checkbox"/> Appeal Communication to TC (Appeal Notice, Brief, Reply Brief)
<input type="checkbox"/> After Final	<input type="checkbox"/> Petition to Convert to a Provisional Application	<input type="checkbox"/> Proprietary Information
<input type="checkbox"/> Affidavits/declaration(s)	<input type="checkbox"/> Power of Attorney, Revocation	<input type="checkbox"/> Status Letter
<input type="checkbox"/> Extension of Time Request	<input type="checkbox"/> Change of Correspondence Address	<input checked="" type="checkbox"/> Other Enclosure(s) (please identify below):
<input type="checkbox"/> Express Abandonment Request	<input type="checkbox"/> Terminal Disclaimer	<input type="checkbox"/> Return Postcard
<input type="checkbox"/> Information Disclosure Statement	<input type="checkbox"/> Request for Refund	
<input checked="" type="checkbox"/> Certified Copy of Priority Document(s)	<input type="checkbox"/> CD, Number of CD(s) _____	
<input type="checkbox"/> Reply to Missing Parts/ Incomplete Application	<input type="checkbox"/> Landscape Table on CD	
<input type="checkbox"/> Reply to Missing Parts under 37 CFR 1.52 or 1.53		
<p>Remarks The Commissioner is authorized to charge any additional fees to Deposit Account 20-1430.</p>		

SIGNATURE OF APPLICANT, ATTORNEY, OR AGENT

Firm Name	Townsend and Townsend and Crew LLP		
Signature			
Printed name	George B. F. Yee		
Date	May 11, 2007	Reg. No.	37,478

CERTIFICATE OF TRANSMISSION/MAILING

I hereby certify that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service with sufficient postage as first class mail in an envelope addressed to: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450 on the date shown below.

Signature

Typed or printed name

Cynthia McKinley

Date

May 11, 2007

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2003年 9月17日
Date of Application:

出願番号 特願2003-323869
Application Number:

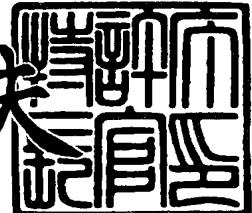
[ST. 10/C] : [JP2003-323869]

出願人 株式会社日立製作所
Applicant(s):

2004年 1月23日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



【書類名】 特許願
【整理番号】 1503001251
【あて先】 特許庁長官 殿
【国際特許分類】 G01N 15/00
【発明者】
【住所又は居所】 茨城県土浦市神立町 502 番地 株式会社 日立製作所 機械研究所内
【氏名】 石川 正典
【発明者】
【住所又は居所】 茨城県土浦市神立町 502 番地 株式会社 日立製作所 機械研究所内
【氏名】 佐々木 直哉
【発明者】
【住所又は居所】 神奈川県横浜市戸塚区戸塚町 216 番地 株式会社 日立製作所
ディフェンスシステム事業部内
【氏名】 南雲 克美
【発明者】
【住所又は居所】 神奈川県横浜市戸塚区戸塚町 216 番地 株式会社 日立製作所
ディフェンスシステム事業部内
【氏名】 森島 成憲
【発明者】
【住所又は居所】 神奈川県横浜市戸塚区戸塚町 216 番地 株式会社 日立製作所
ディフェンスシステム事業部内
【氏名】 仲 弘
【特許出願人】
【識別番号】 000005108
【氏名又は名称】 株式会社 日立製作所
【代理人】
【識別番号】 100075096
【弁理士】
【氏名又は名称】 作田 康夫
【電話番号】 03-3212-1111
【手数料の表示】
【予納台帳番号】 013088
【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
【物件名】 特許請求の範囲 1
【物件名】 明細書 1
【物件名】 図面 1
【物件名】 要約書 1

【書類名】特許請求の範囲**【請求項 1】**

微粒子を含む気体を取込む回収部と、
 前記回収部に取込まれた気体から前記微粒子を捕集する捕集部と、
 前記捕集部で捕集された前記微粒子成分が気化されて導入される分析部と、を有し、
 前記回収部は、カバーと、前記カバー内に前記微粒子が付着した被検査対象領域に流体を吹付けるノズルと、前記対象領域に吹付けられた流体を回収し前記捕集部に導く回収流路と、を有することを特徴とする分析装置。

【請求項 2】

微粒子を含む気体を取込む回収部と、
 前記回収部に取込まれた気体から前記微粒子を捕集する捕集部と、
 前記捕集部で捕集された前記微粒子成分が気化されて導入される分析部と、を有し、
 前記捕集部は、前記回収部からの気体を噴出する噴出部と、
 前記噴出部に対向して配置され、前記気体中の前記微粒子を衝突させる微粒子捕集部と、
 前記微粒子捕集部を経た気体が流れる排出流路と、
 前記微粒子捕集部で捕集された前記微粒子を気化する気化部と、前記気化した前記微粒子成分を前記分析部に導く抽出流路と、を有することを特徴とする分析装置。

【請求項 3】

請求項 2において、前記捕集部は、前記微粒子捕集部の前記噴出部が形成された面側とは反対面側に、前記捕集した微粒子の気化部と、前記抽出流路と、を配置されることを特徴とする分析装置。

【請求項 4】

請求項 2において、
 前記捕集された微粒子を有する前記微粒子捕集部が前記捕集部から搬入される搬入機構を有し、前記気化部は前記搬入された前記微粒子捕集部の前記微粒子を気化するよう形成されたことを特徴とする微粒子捕集装置。

【請求項 5】

微粒子を含む気体を取込む回収部と、
 前記回収部に取込まれた気体から前記微粒子を捕集する捕集部と、
 前記捕集部を経た気体が流れ吸引ポンプを配置した排出流路と、
 前記捕集部で捕集された前記微粒子成分が気化されて導入される分析部と、を有し、
 前記捕集部は、前記回収部からの気体を噴出する噴出部と、
 前記噴出部に対向して配置され、前記気体中の前記微粒子を衝突させる微粒子捕集部と、
 前記微粒子捕集部で捕集された前記微粒子を気化する気化部と、前記気化した前記微粒子成分を前記分析部に導く抽出流路と、を有し、
 前記吸引ポンプを作動させて前記排出流路側へ気体を排出させて記微粒子捕集部に前記微粒子を捕集する第一の運転と、前記捕集した後に前記吸引ポンプを低下させて排出流路側への気体の排出を抑制し、前記微粒子捕集部の温度を前記第一の運転時より高めて前記微粒子を気化する第二の運転とを有することを特徴とする分析装置。

【請求項 6】

微粒子を含む気体を取込む回収部と、前記回収部に取込まれた気体から前記微粒子を捕集する捕集部への接続部と、を有する微粒子捕集装置であって、
 前記回収部は、カバーと、前記カバー内に前記微粒子が付着した対象領域に流体を吹付けるノズルと、前記対象領域に吹付けられた流体を回収する回収流路と、を有し、
 前記前記回収流路に近づく方向に前記ノズルから流体が噴出されることを特徴とする微粒子捕集装置。

【請求項 7】

微粒子を含む気体を取込む回収部と、前記回収部に取込まれた気体から前記微粒子を捕集する捕集部と、を有する微粒子捕集装置であって、
 前記捕集部は、前記回収部からの気体を噴出する噴出部と、

前記噴出部に対向して配置され、前記気体中の前記微粒子を衝突させる微粒子捕集部と、前記微粒子捕集部を経た気体が流れる排出流路と、
前記微粒子捕集部で捕集された前記微粒子を気化する気化部と、前記気化した前記微粒子成分が流れる抽出流路と、を有することを特徴とする微粒子捕集装置。

【請求項8】

請求項6において、前記捕集部は、前記微粒子捕集部の前記噴出部が形成された側面とは反対面側に、前記捕集した微粒子の気化部と、前記抽出流路と、を配置されることを特徴とする微粒子捕集装置。

【請求項9】

微粒子を含む気体を取込む回収部と、前記回収部に取込まれた気体から前記微粒子を捕集する捕集部と、を有する微粒子捕集装置であって、

前記捕集部は、前記回収部を経た気体を噴出する噴出部と、

前記噴出部に対向して配置され、前記気体中の前記微粒子を衝突させる微粒子捕集部と、前記微粒子捕集部を経た気体が流れる排出流路と、

前記捕集された微粒子を有する前記微粒子捕集部が前記捕集部から搬入される搬入機構と、前記搬入された前記微粒子捕集部の前記微粒子を気化する気化部と、前記気化した前記微粒子成分が流れる抽出流路と、を有することを特徴とする微粒子捕集装置。

【請求項10】

請求項8において、前記微粒子捕集部を複数設置する支持部材を備え、第一の微粒子捕集部の設置部が前記気化部側に位置し、第二の微粒子捕集部の設置部が前記捕集部側に位置するよう形成されたことを特徴とする微粒子補修装置。

【請求項11】

微粒子を含む気体を取込む回収部と、前記回収部に取込まれた気体から前記微粒子を捕集する捕集部と、を有する微粒子捕集装置であって、

前記捕集部は、前記回収部を経た気体を噴出する噴出部と、

前記噴出部に対向して配置され、前記気体中の前記微粒子を衝突させる微粒子捕集部と、前記微粒子捕集部を経た気体が流れ、吸引ポンプに連絡された排出流路と、

前記微粒子捕集部で捕集された前記微粒子を気化する気化部と、前記気化した前記微粒子成分が流れる抽出流路と、を備え、

前記吸引ポンプを作動させて前記排出流路側へ気体を排出させて記微粒子捕集部に前記微粒子を捕集する第一の運転と、前記捕集した後に前記吸引ポンプを低下させて排出流路側への気体の排出を抑制し、前記微粒子捕集部の温度を前記第一の運転時より高めて前記微粒子を気化する第二の運転とを有することを特徴とする微粒子捕集装置。

【書類名】明細書

【発明の名称】分析装置及び微粒子捕集装置

【技術分野】

【0001】

本発明は、微粒子物質成分を分析する分析装置に関する。

【背景技術】

【0002】

大気ないしその他の気体中に含まれる微粒子状物質の質量分析を行う事は、工学、環境問題などの面からも必要とされている。

【0003】

例えば、特開2001-5811号公報では、ガス中の水蒸気等の余分な微粒子などを除去し、残りの検査対象の気体を分析することが開示されている。また、USP6,334,365号公報では、人体向けの探知装置として、人間が通る門のような形状をもち、人間が門の内部に直立している状態で空気を噴射する形態が開示されている。USP5,854,431号公報では、微粒子の捕集構造として、試料微粒子を含む気流を設置したフィルタに対して垂直にあてて捕集する形態が開示されている。

【0004】

【特許文献1】特開2001-5811号公報

【0005】

【特許文献2】USP6,334,365号公報

【特許文献3】USP5,854,431号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

いずれの形態においても簡便で効率的な検査を行うには十部ででない。

【0007】

通常微粒子は分子の集合でありそのまま計測できても元の分子は特定できない、微粒子の濃度が低い、付着している場合は付着力が強く剥離させるのが難しい、等の理由により一般に困難な物となる場合が多い。特に近年空港などにおけるテロリズム対策の一環として、危険物質の探知を行う必要性がますます高まっている。そのなかで一般に用いられるTNT火薬、RDXなどの爆発物は飽和蒸気圧が低く、気化しにくいために通常微粒子の状態にあると考えられる。このような微粒子状の物質を特定、検出するためには何らかの方法で加熱、ガス化した上で質量分析器に導入し計測を行う必要がある。

【0008】

従来よりこのような微粒子の計測を行う場合、人間が微粒子が付着しているものを綿などの材料を用いた拭き取り用紙を用いて拭き取った上で、それを加熱することで微粒子をガス化して計測を行っている。特開2002-5811では気中の余分な微粒子を捕集して残りの気流を測定することが開示されているにすぎない。USP6,334,365号公報では人体向けポータルとしての危険物探知装置としては大型の装置にならざるを得ない。USP5,854,431号公報は微粒子捕集用フィルタを用いて微粒子を捕集するたには、目の細かいフィルタを使用することから、使用環境条件が清浄環境で無い場合は空気中のダストがフィルタに付着することが避けられない。これにより、長時間の常時運用を行う場合、フィルタの微粒子捕集効率への影響が出ることが考えられる。またフィルタの損失係数は大きいため、大きな流量を流す場合、小型化が難しい。目詰まりが発生した場合、フィルタの交換や装置の停止が必要となってしまい、運用効率が低下する。例えば、空港などの各種の手荷物などの荷物検査を例に取ると、近年テロリズム対策として各種爆発物への検査の厳格化が行われており、これは今後さらに厳しくなるものと考えられる。厳格化による影響として検査の長時間化や航空機の運行の遅延などが生じている。航空機の旅客および貨物の流通量は今後とも世界的に増加すると予測されており、検査の検査時間の短縮とそれにかかる作業の省力化を十分に進める必要がある。

【0009】

一方、ふき取り方式の場合、人間による微粒子をふき取るという作業とそのふき取ったものを加熱ガス化機構に設置するという操作が生じるために、作業の効率化、自動化が難しくなるといった問題点がある。

【0010】

そこで、本発明は、前記課題の少なくとも一つを解決する微粒子を含む流体の分析装置を提供するものである。例えば、簡便で効率的な検査を行うことができる分析装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】**【0011】**

本発明は、前記課題を解決するために、以下の形態を有することができる。

【0012】

従って、検査時間の短縮および省力化を可能とするインラインで微粒子の捕集、濃縮、ガス化を行い、さらにゴミなどによる目詰まりなどの問題が起きにくい操作性の高い分析装置、微粒子の回収装置、或は微粒子の捕集装置を提供する。

【0013】

これにより、微粒子状物質の効率的な質量分析を行うための微粒子の捕集、濃縮、ガス化を効果的に進めることができる。

(1) 微粒子を含む気体を取込む回収部と、前記回収部に取込まれた気体から前記微粒子を捕集する捕集部と、前記捕集部で捕集された前記微粒子成分が気化されて導入される分析部と、を有し、前記回収部は、カバーと、前記カバー内に前記微粒子が付着した対象領域に流体を吹付けるノズルと、前記対象領域に吹付けられた流体を回収し、前記捕集部に連絡する回収流路と、を有することを特徴とする分析装置である。

(2) また、本発明の一つは微粒子捕集装置として提供することができる。微粒子捕集装置は、微粒子を含む気体を取込む回収部と、前記回収部に取込まれた気体から前記微粒子を捕集する捕集部への接続部を有する連絡経路と、を備え、前記回収部は、カバーと、前記カバー内に前記微粒子が付着した対象領域に流体を吹付けるノズルと、前記対象領域に吹付けられた流体を回収する回収流路と、を有するものである。具体的に言えば、前記前記回収流路に近づく方向に前記ノズルから流体が噴出されることを特徴とする。ここで、ノズルからの流体の噴出方向に広がりを持つ場合は中央部で規定することができる。また、方向によって流体の噴出強度が異なる場合は、主として強い噴出がされる方向で規定されることがある。なお、流体は例えば加圧した空気などであることができる。

(3) また、微粒子捕集装置は、捕集対象微粒子の濃縮とガス化を行うことができることが好ましい。このために、微粒子を吸引する回収部および微粒子を捕集する捕集部および捕集した微粒子を気化させる気化部、気化させた微粒子を分析部への連絡部を有する抽出流路およびそれとは別に前記捕集部を経た気体を排出する排出路を備えることが好ましい。

【0014】

たとえば、微粒子を含む気体を取込む回収部と、前記回収部に取込まれた気体から前記微粒子を捕集する捕集部と、を有する微粒子捕集装置であって、前記捕集部は、回収された気体を噴出する噴出部と、前記噴出部に対向して配置され、前記気体中の前記微粒子を衝突させる微粒子捕集部と、前記微粒子捕集部を経た気体が流れる排出流路と、前記微粒子捕集部で捕集された前記微粒子を気化する気化部と、前記気化した前記微粒子成分が流れる抽出流路と、を有することを特徴とする。

【0015】

前記微粒子捕集部は、例えば前記気体の流路の流路壁を構成する。噴出された気体をさえぎる前記微粒子捕集部を構成する。噴出部で噴出された気体は前記微粒子捕集部で流れが曲げられる。前記噴出部はその上流側の流路より流路幅が狭くなるよう形成されている。これにより、噴出流速を上流側流路より上げることができる。また、前記微粒子捕集部領域の流路幅はその下流側よりも狭くなっているよう形成することができる。効率的な流

れを形成することができる。

【0016】

また、微粒子捕集部に取り付けてある気化部のヒータの大きさが微粒子捕集部の径よりも小さくすることにより、微粒子捕集部の微粒子の堆積部を選択的に効果的に加熱することができる。またはヒータの大きさが微粒子捕集部と同じまたは大きいことで大出力で微粒子捕集部の加熱を行うことができる。

【0017】

また、前記捕集部は、前記微粒子捕集部の前記噴出部が形成された側面とは反対面側に、前記捕集した微粒子の気化部と、前記抽出流路と、を配置されることが好ましい。

【0018】

そして、前記吸引ポンプを作動させて前記排出流路側へ気体を排出させて記微粒子捕集部に前記微粒子を捕集する第一の運転と、前記捕集した後に前記吸引ポンプを低下させて排出流路側への気体の排出を抑制し、前記微粒子捕集部の温度を前記第一の運転時より高めて前記微粒子を気化する第二の運転とを有することが考えられる。

【0019】

例えば、微粒子を捕集する場合は排出路を開きヒータをOFFにし、分析路へ流すときはヒータをONにし、排出路を閉じて分析部への経路から分析部へ気化ガスを流すよう制御することが好ましい。

【0020】

より好ましくは、複数の微粒子捕集部を備える形態であることが好ましい。
例えば、前記微粒子捕集装置であって、前記捕集された微粒子を有する前記微粒子捕集部が前記捕集部から搬入される搬入機構と、前記搬入された前記微粒子捕集部の前記微粒子を気化する気化部と、前記気化した前記微粒子成分が流れる抽出流路と、を有することを特徴とする。より具体的な例としては、前記微粒子捕集部を複数設置する支持部材を備え、第一の微粒子捕集部の設置部が前記気化部側に位置し、第二の微粒子捕集部の設置部が前記捕集部側に位置するよう形成されたことを特徴とする。

【0021】

また、例えば、吸引ポンプによって被測定気体を吸引し、この被測定気体に含まれる微粒子を質量分析計により計測し危険物質を検出する危険物検出装置を構成することができる。質量分析計の上流側に所定の粒径以上の微粒子を捕集する慣性インパクタを配置し、この慣性インパクタにより測定対象の微粒子を微粒子捕集部に捕集する。ある程度の時間で捕集することにより微粒子の濃度を高め、高濃度の測定対象を得る。長時間動作されれば、高濃度の微粒子を集めることができると可能である。例えば、慣性インパクタにより捕集、濃縮した微粒子は微粒子捕集部に捕集されている。これを微粒子捕集部に設置した加熱部により加熱しガス化させる事により質量分析計に導入可能とし、質量分析計による測定を行うことができる。

【発明の効果】

【0022】

本発明により、簡便で効率的な検査を行うことができる分析装置を提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0023】

以下に本発明の実施の形態を添付図面に基づいて説明する。本発明は、本願の明細書、請求の範囲、及び図面に開示された範囲に限定するものではなく、公知技術などに基づいて変更することを妨げるものではない。

図1は本発明に関わる、微粒子濃縮装置の質量分析計を含んだ分析装置の一例の構成図である。図2は微粒子の回収部であるサンプリングプローブの断面図である。図3は微粒子の捕集部である慣性インパクタの原理を用いた微粒子捕集、およびガス化装置の断面図である。

慣性インパクタ1は図9に示すようにサンプリングプローブと慣性インパクタを別構造と

し、慣性インパクタを質量分析装置に取り付ける、または台などに固定して運用する据え置き型の運用方法が考えられる。また、微粒子回収部と一体化、ないしごく近傍に設置して分析装置と流路で連絡する形態で運用する携帯型が考えられる。

【0024】

なお、実施例の形態としては、このように、回収部と捕集部と分析部を備える形態について例示しているが、回収部、捕集部それ自体の装置として提供することもできる。回収部自体を装置として提供する場合はそれに連絡する捕集部は本実施例で開示した形態であることが好ましいが、それに限られるわけではない。同様に捕集部自体を装置として提供する場合はそれに連絡する回収部は本実施例で開示した形態であることが好ましいが、それに限られるわけではない。或は、回収部と捕集部を備えた装置、捕集部と分析部を備えた装置として提供することもできる。なお、この場合も同様である。

【0025】

次に、基本構成について説明する。サンプリングプローブ4が存在し、それが配管5で慣性インパクタ1に接続している。慣性インパクタ1には配管6および配管7も接続されており、配管6は吸引用ポンプと接続しており慣性インパクタ1を経た気体が排気される。配管7は質量分析計3と接続しており、検査対象成分が導かれる。配管5は図3の1aと、配管6は図3の1dと、配管7は図3の1eとそれぞれ接続しているものである。配管6にはバルブV1が設置されており、吸引用ポンプ2からの吸引量を調節する。配管7にはバルブV2が接続されており、質量分析計3へ流れる気体の調節を行う。

以下ではTNT火薬、RDXなどを対象とした危険物検出装置の応用例について説明する。

本発明の微粒子濃縮装置をとりつけた質量分析装置により、空港等での手荷物検査における爆発物、麻薬などを対象とした、テロリズム対策、麻薬対策を行うことができる。通常これらの物質は微粒子状態で存在し、カバンなどの荷物表面に付着していると考えられる。粒径は物質によって違いがあるが平均約 $10\mu m$ ～約 $30\mu m$ で存在しており、その大きさのものを最も収集できるように流量および慣性インパクタの寸法の最適化を行う。

カバンなどの被測定対象表面に爆薬などが微粒子状態で付着しているものとする場合を考える。

まずカバン等の表面に付着した爆薬などの微粒子を空気を吹き付けるなどの方法で剥がし、空气中に取り出す。

剥がす方法としては、例として空気などのジェットの噴きつけにより剥がす方法が考えられる。

【0026】

図2が空気ジェットを使用するサンプリングプローブである回収部の例である。前記回収部は、カバー4aと、前記カバー内に前記微粒子が付着した対象領域に流体（ここでは圧縮空気）を吹付けるノズル4bと、前記対象領域に吹付けられた流体を回収する回収流路4cと、を有する。回収部は、回収流路4cに近づく方向にノズル4bから空気が噴出される。ジェット吹き付けノズル4bより被検査対象領域4dに空気ジェットを吹き付けることによって表面より引き剥がし、それを慣性インパクタ1への回収流路4cを通して搬送するものである。ガスジェットの吹きつけ構造のほかに、掃除機などが備える、ブラシ構造や回転ローラー構造を備え、それを表面に接触させ作動させることで表面から剥離させる構造も考えられる。微粒子をその付着しているものから乖離させ吸引するために、前述のガス噴出部の他には、ローラー、ブラシなどの乖離機構を備えることも考えられるが、測定対象物を変えて順次測定する場合など、先の測定物から捕獲した微粒子とのコンタミを考慮すると、流体を噴出することが好ましい。

【0027】

微粒子捕集部では、回収部からつづく導入路を経て噴出部で分出される気体は、微粒子捕集部ではその方向と異なる方向に流れて排出路に連絡する。

【0028】

次にはがした粒子を慣性インパクタの吸引部分より、微粒子の捕集部である慣性インパクタ内部へと導入する。図1の配管5ないし図3の1aがそれにあたる。慣性インパクタは粒

子径、流速、ノズル径などで決まる所定の粒径以上の微粒子を捕集することができる性質を持つ。微粒子は流路1aより慣性インパクタ1内に入る。流路端は、回収された微粒子を含む気体を噴出する噴出部を構成し、噴出部に対向して配置され、気体中の前記微粒子を衝突させる微粒子捕集部1bと、微粒子捕集部1bを経た気体が流れる排出流路1dと、微粒子捕集部1bで捕集された微粒子を気化する気化部の一形態として用いられたヒータ1cと、気化した微粒子成分が流れる抽出流路1eとを有する。

【0029】

微粒子捕集部1bでは導入部入り口から出口に対して流路は狭くなってしまっており、微粒子を含む被測定気体の流速は加速されて噴出される。その後気体は流路1dより吸引用ポンプへと流れる構造となっている。なお流路1aは大小の径の丸穴であるが、これを図4に示すように連続して端部の噴出部側に向かって狭くなるノズル8のようなノズル構造にすることで、圧力損失による影響を低減させることでより効率よく吸引することが可能となる。このようなノズル部を有する理由として、慣性インパクタに関して、一般に微粒子を捕集する場合、下記に述べる原理によりノズル1aにおいて大きな流速が必要であるからである。慣性インパクタ1aがノズル部を有しない場合、必要な流速を得るために、吸入流量を上げることが考えられる。例えば慣性インパクタ1a部が配管5の内径と同じ径を持つとした場合、大きな流速を得るために流量を上げる必要があり、この時配管5の内部での流速も慣性インパクタ1a部と同じ流速であり、すなわち配管5の圧力損失が増加してしまうことを示す。従って、慣性インパクタ1a部でノズル形状を備えることは圧力損失の増加を抑制し、必要な大流速を得るために有効であるといえる。

次に流路1aの下流の慣性インパクタの原理による微粒子捕集部について述べる。1aから1dまでの流路は微粒子捕集部で直交する形となっており、従って所定の大きさ以上の大さを持つ粒子は1d方向へ曲がることができずに微粒子捕集部1bへ衝突し、微粒子捕集部1bで微粒子の捕集が行われる。これにより、慣性インパクタはフィルタの効果も持つ。捕集されなかった所定の大きさ以下の粒子は吸引ポンプに向かう流れに捕捉されており、そこで吸引用ポンプにより細くされる。

【0030】

慣性インパクタ1の80%捕集効率に対応する粒子径d₈₀を求めるための基本式は、次式で与えられる。

$$d_{80} (Cc) 1/2 = \{ (9 \times \eta \times N \times Stk80) / (\rho p \times U) \}^{1/2}$$

ここで、d₈₀：慣性インパクタ3の80%捕集効率に対応する粒子径(cm)、Cc：Cunninghamすべりの補正係数、η：空気の粘性係数(dynDsec/cm²)、N：ノズル1aのノズル直径(cm)、Stk80：慣性インパクタ1の80%捕集効率に対応するStokes数、ρp：粒子の密度(g/cm³)、U：ノズル1aにおける被測定気体の平均速度(cm/sec)である。式において、d₅₀=1.0μm=1.0×10⁻⁴(cm)、Cc=1.2(20℃で1気圧)、η=1.81×10⁻⁴(dynDsec/cm²)、Stk80=0.20(バーチャルインパクタの場合には、Stk80=0.25)、ρp=1.0(g/cm³)とし、サンプリング流量Φ=20.0(1/min)とすると、ノズル1aにおける被測定気体の平均速度U(cm/sec)は、U=4Φ/πN²で与えられる。よって、ノズル1aのノズル直径Nは次のように求まる。

$$N = [\{ 4 \times Cc \times \rho p \times (d_{50})^2 \times \Phi \} / \{ 9 \times \pi \times \eta \times Stk50 \}]^{1/3} = 0.25 \text{ (cm)} = 2.5 \text{ (mm)}$$

従って、サンプリング流量Φが20.0(1/min)の時、ノズル直径Nが0.25(cm)の慣性インパクタ1を用いれば、直径dが1.0μm(1.0×10⁻⁴cm)を超える粒子は、80%捕集効率で捕集部1bに衝突して捕集されることになる。

【0031】

微粒子捕集部における排気路の隙間厚さをSとすると、S/N=1.0が必要とされる。実際にはS/N=1.0かもしれませんS/N=0.5が必要となる。またバーチャルインパクタと呼ばれるタイプではS/N=0.1が必要となる。この条件下では微粒子捕集部における排気路の隙間厚さSは0.01(cm)となり、流体の圧力損失の影響が避け得ない領域に達する可能性が条件によってはあるため、運用の際には注意が必要である。

【0032】

これにより所定の粒径以上のが慣性インパクタ内部の微粒子捕集部に捕集される。これを一定時間続けることで微粒子捕集部に堆積する微粒子の量は増加させることができる。濃縮を行わない場合の質量分析に係る流量は0.1(L/min)～1.0(L/min)の範囲流量である。本発明においては、排気ポンプ流量を10(L/min)以上の流量で吸引するとする場合、その流量比は30倍以上であり、インパクタを使用しない場合と比較して、同一時間内では30倍の流量で吸引した場合と同等の微粒子数を捕集、測定対象にすることができる。したがつて流量比に比例した感度の向上を行うことができるものである。

【0033】

吸引時間を三分の一に短縮した場合でも10倍の感度向上が見込まれ、逆に3倍程度の時間をかけると感度を100倍以上に向上させることができると考えられる。

【0034】

次に吸引用ポンプ2を停止させるかまたはバルブV1を閉状態とする事で、吸引を停止させる。この時微粒子は微粒子捕集部に堆積している。

【0035】

微粒子捕集部1bの近傍に位置する流路領域はその下流の流路1dに対して流路の断面積が小さくなっている。これは微粒子捕集部が必要とする隙間厚さが保持されたままで、流路1dの流路断面積が微粒子捕集部近傍と同じであれば大きな流体の圧力損失が生じることにより、ポンプ出力の不足による装置の不動作またはポンプの大型化による損失分の上乗せが必要となる状態となるからである。

【0036】

次に微粒子捕集部にとりつけたヒーター1cにより微粒子捕集部を加熱し、これにより堆積された微粒子をガス化する。加熱温度は計測対象とする微粒子が蒸発する温度が必要である。本例ではこのヒータにシーズヒータを用いた。

【0037】

微粒子をガス化させる場合、急激な温度上昇をさせる事が望ましい。これは濃縮させた微粒子を短時間でガス化する事でガス濃度を高める事ができるからである。

【0038】

次に捕集した微粒子の計測を行う場合、捕集部を拭き取るなどの手段で微粒子を取り出しガス化することが必要でなく、微粒子の高濃度化による感度の向上、省力化およびオンライン化、高効率化を図ることができる。

加熱型はこの問題に対して、ガス化を装置内部で行う事ができる。感度向上、省力化、オンライン化、高効率化を達成できる。

【0039】

これにより得られたガスは微粒子捕集部に設置してある細孔から抽出流路である流路1eを通じて質量分析装置へと供給される。

【0040】

ガス濃度の濃縮については捕集時間に対し、ガス化時間を短かくする事で高濃度化を行う。

微粒子捕集部の温度は捕集時には微粒子の蒸発温度以下である。気化時に微粒子の蒸発温度以上になるように制御する。この場合は、吸引用ポンプを動作させることで発生する気流により微粒子捕集部を強制冷却し、またヒーターの出力を調整することで所定の温度に冷却する。微粒子捕集部は、流路が狭くなっている、冷却用気体でもある被測定気体の流速が速い。従って、高い強制空冷の効果を得ることができる。冷却を効率よく行うために、試料捕集部の高温部分が流速が早い部分とのみ接するようにすることは効果的である。狭流路化および試料捕集部の小型化が有効である。

【0041】

本例で想定される使用状況は空港などの通常の空間であり、クリーンルームなどの清潔環境下の使用は前提とされていない。従って吸引するものは通常の大気であり、埃などの微小なゴミを含んでいるものと考えられる。

フィルタ方式を使用した場合、微粒子を捕集する必要性から細かいフィルタが必要となり、目詰まりが起きる頻度が高くなる。従ってフィルタの交換や目詰まりの点検が必要となる。しかし、本実施例の形態を備えることで、微粒子捕集部で目詰まりを起こすことを抑制して安定した捕集ができる形態となっている。埃などが微粒子捕集部にした場合、流量をあげ微粒子捕集部での流速を上げることで付着した埃を清掃することもできる。また分解清掃を行う場合でも、微粒子捕集部を平板構造のように単純な構造にすることにより、清掃を容易にすることができます。

【0042】

本例についての具体的動作について述べる。微粒子捕集段階において、バルブV1を開状態にし、バルブV2を閉状態にする。バルブV2については、動作に支障がなければ開状態でもよい。これは、質量分析計の吸引速度が慣性インパクタ用吸引ポンプの吸引速度に比較して小さいため、吸引用ポンプにより形成される流れに対する影響が小さいと考えられるからである。次に吸引用ポンプを動作させ、流路1aから微粒子捕集部で流路方向が変えられたあと、流路1dへ流れる流れを作る。この時、適切に設定された微粒子捕集部周りの寸法設定により慣性インパクタを形成し、微粒子捕集部に吸引した微粒子が捕集されることとなる。微粒子を捕集するためには、微粒子捕集部が微粒子の蒸発温度以下であることが必要である。したがってヒータによる加熱については、ある程度の高温、たとえば150°Cで一定温度に保つ場合、ヒータを出力を調整し制御することで微粒子捕集部を一定温度とする。これは先に述べたように吸引することによる冷却効果があるからである。可能な限り冷却する場合はヒータによる加熱を行わず冷却されるままにする。しかしこの時蒸発温度が200°Cとする場合、短時間で200°C以上に加熱する効果を考慮すると、十分に冷えた状態ではなく一定温度以上であることが望ましい。従って物質の違いにより、微粒子が吸着するが蒸発はしないという温度を求め、設定することが有効であると考えられる。

【0043】

質量分析部への導入路である、微粒子捕集部の穴の形状について説明する。運用効率を考えた場合、微粒子捕集部の加熱、冷却は短時間で行う事が必要である。図3の1bでは、微粒子捕集部の中央部に細孔が設置されている。この時ヒータ1cから供給される熱は外周部を通して慣性インパクタ本体へと流れ、それにより到達温度および加熱効率が低下する。図5の9、または図6の10に示すように微粒子捕集部中心部を囲って細孔または溝を形成している場合、中心部から外周部への熱の経路を狭くし、ヒータ1cによる加熱が外周部へ伝わりにくくする効果があると考えられる。設置した細孔または溝の外周に微粒子が付着した場合、気化ガスの吸引や加熱による除去が難しくなる可能性がある。図7の11に示すように外周部へと放射上に複数の溝が形成されている場合、中央部からの熱の経路は図5の9、または図6の10と同様に狭くなっているため、外周部で捕集されたものがある場合の質量分析装置への導入が効率的になることが考えられる。しかし、逆に排出路に通じる流れが乱されてしまうことも考えられる。図8に示すとおり、微粒子捕集部12と関せインパクタ1の接続部にスペーサー13を入れることで、微粒子捕集部の支持部材の接続面積（伝熱面積）を小さくしている。熱の本体部への伝達経路を遮断し、加熱効率を上げることが考えられる。本例の場合、0.2mmのスペーサーを本体との接続部に4箇所にいれることにより、加熱効率の向上を図ることが可能となった。常温から200°Cへの加熱時間が三分の一に短縮、上限温度も200°Cから300°C以上へと改善することを確認した。この方法は、微粒子捕集部の穴形状を変更すること組み合わせて用いることで、より高い効果を出せることが考えられる。本例では主に微粒子捕集部よりヒータの大きさが小さい場合の例を挙げたが、微粒子捕集部の加熱と同時に、微粒子捕集部のヒータ1cで本体側の加熱も行う場合、微粒子捕集部から本体部への熱経路を設置し、ヒータの大きさを微粒子捕集部と同等の大きさにする、またはヒータの出力を上げる事で対応することが考えられる。他の方法として、微粒子捕集部である慣性インパクタ1b薄くすることや小型化すること、材質を例えばステンレス鋼ではなく、アルミニウムないし銅などの物質を使用することが有効である。

これにより、微粒子の剥離、捕集、ガス化の一連の作業が連続的に行うことができる。また低濃度の微粒子でも濃縮の効果により、検出可能な濃度にまで引上げることで検出することが可能である。

【0044】

前述の形態によれば、微粒子状の爆発物の捕集を行い、質量分析機へと導入することができる。また、捕集した微粒子の濃縮、ガス化の一連の作業を行うことができる。これにより、人間の作業の必要がないため、作業速度の高効率化が可能となり、濃縮が可能であることから通常検出が難しい低濃度の微粒子の検出も可能となる。さらに単純構造からメンテナンス性の向上が見込まれ、運用効率の向上が可能となる。

【0045】

第二の実施例の形態を以下に説明する。基本的には前述の実施例の構造や適用形態を用いることができる。本実施例の形態は複数の微粒子捕集部を備えるものである。

【0046】

これにより、捕集、加熱ガス化、冷却の一連のプロセスでは、慣性インパクタ1を2つ以上並列に動かすことで運用効率の向上が可能である。慣性インパクタを2台用いて並列化する例を示す。サンプリングプローブ4は共通であり、サンプリングプローブ4の後方に切り替え弁V3を設置し、切り替え弁V3後方に設置された慣性インパクタのうち任意の慣性インパクタ1に空気を導入する。慣性インパクタの後方には、質量分析計に通じる配管7に切り替えバルブV4が、吸引用ポンプ2に通じる配管6に切り替えバルブV5が接続されており、慣性インパクタ内部流れが逆流などを起こさないように開閉制御を行うものである。開閉順序の詳細に関しては後述の動作の説明の部分で説明する。図10では、慣性インパクタを2つ用いた場合を例示する。並列化の目的としては、試料ガスを連続的に質量分析計3に送るものである。従って、捕集濃縮と冷却、加熱ガス化の2段階、または捕集濃縮、冷却、加熱ガス化、の3段階に分け、それぞれ順次動作を切り替えることで、連続的に試料ガスを得るものである。2台の慣性インパクタをA、Bと呼ぶ。慣性インパクタ1Aでまず捕集を行うとする。吸引ポンプ2を動作させ、切り替えバルブV3およびV5を慣性インパクタ1Aへと切り替える。同時に切り替えバルブV4を慣性インパクタ1Bへと切り替えて、吸引が起こらないようにする。慣性インパクタ1Aで爆薬微粒子の捕集を行っている間に、慣性インパクタ1bはヒーター1cを動作させ加熱ガス化を行い、質量分析計3に試料ガスを送るものである。次にバルブV3、V5を切り替えて慣性インパクタ1B側にする。切り替えバルブV4は慣性インパクタ1Aへと切り替える。慣性インパクタ1Bが冷却および捕集を行っている間、慣性インパクタ1Aは加熱ガス化を行い、試料ガスを得る。

【0047】

図11にプロセス図を示す。これにより、連続的に捕集が行えるため、試料ガスの供給が途絶える時間をなくし、運用効率の向上をすることができる。3つ以上の慣性インパクタを使用する場合は、加熱後に自然冷却による冷却時間を長くとることで、間隔の調整を行う。すなわち、加熱ガス化が終了したのち、まず空気ジェットを吹き付けない自然冷却を行い、その後に空気ジェットによる強制空冷を行う。自然冷却を行う間に、他のインパクタでの微粒子捕集、ガス化を行うものである。

【0048】

慣性インパクタの微粒子捕集部を移動する機構を備え、捕集濃縮、冷却、加熱ガス化をそれぞれ違う部位で行う構造が考えられる。図12は微粒子捕集部の移動機構として回転機構を用いたものである。微粒子捕集部と加熱ガス化部を分離した構造であり、二つのプロセスに分離した例である。これは微粒子を捕集した後、微粒子捕集板を180度回転させて捕集した微粒子を加熱ガス化部に移動させる。この時、微粒子捕集板の反対側にある微粒子捕集部で冷却および微粒子の捕集を行う。これにより、2台用いる場合と同様に連続的にガス化を行うことができる。

【0049】

この例では2つの捕集部を持つが、2つ以上の捕集部を持つ場合は、捕集部とは別に冷却機構を取り付けることで、捕集部、加熱部、冷却部をそれぞれ独立にすることで、高効

率化することが考えられる。

以上のように捕集濃縮、ガス化装置を一つのユニットとして、運用できるメリットとしては、前述にもあるとおり、コンパクト化を含む可般型への適用、構成の単純化によるコストダウン、加熱試料ガスが触れる面積が小さいことによる壁面への付着量の減少およびノイズの減少、各プロセスでの動作時間の短時間化が挙げられる。

【図面の簡単な説明】

【0050】

- 【図1】本発明に係る分析装置の構成図
- 【図2】微粒子回収部の断面図
- 【図3】慣性インパクタ部分の説明図(断面図)
- 【図4】図3の代替案を示す構成図
- 【図5】図3の代替案を示す構成図
- 【図6】図3の代替案を示す構成図
- 【図7】図3の代替案を示す構成図
- 【図8】図3の代替案を示す構成図
- 【図9】分析装置の形態例を示す概要図
- 【図10】複数インパクタを使用する場合の概要図
- 【図11】複数インパクタを使用する場合のプロセス図
- 【図12】微粒子捕集部回転型インパクタの構成図

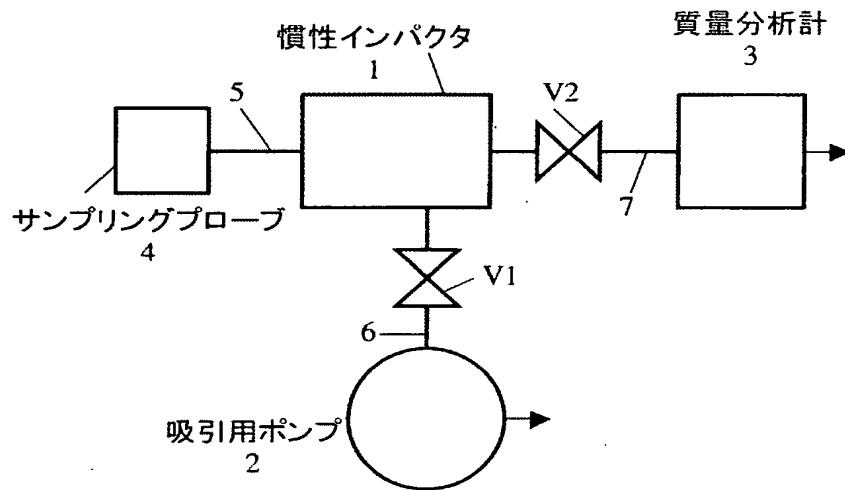
【符号の説明】

【0051】

1…慣性インパクタ、1a…微粒子導入路、1b…微粒子捕集部、1c…ヒーター、1d…排出路、1e…抽出流路、1f…回転用モーター、2…吸引用ポンプ、3…質量分析計、4…サンプリングプローブ、5…被測定気体導入配管、6…慣性インパクタ排気用配管、7…被測定気体導出配管、8、9、10、11、12…微粒子捕集部、V1、V2…バルブ、V3、V4、V5…切り替えバルブ

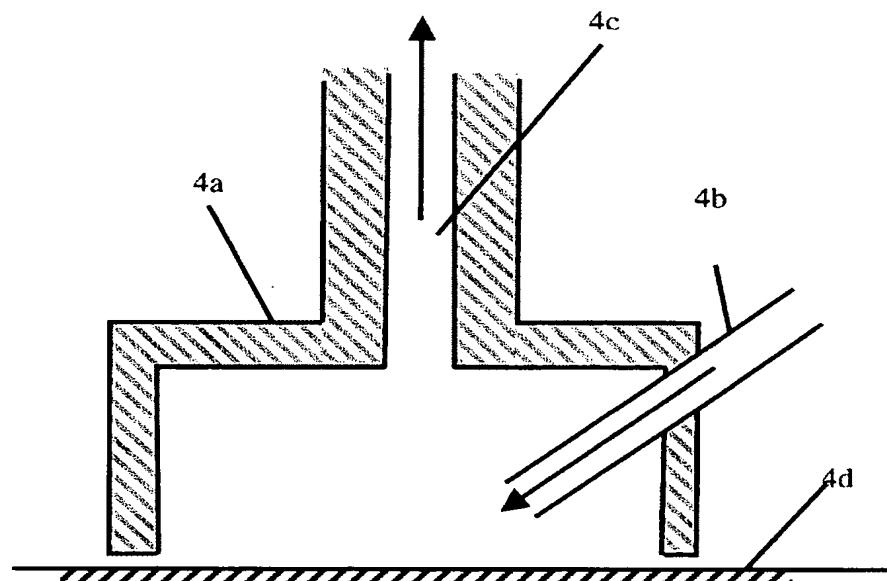
【書類名】図面
【図1】

図1



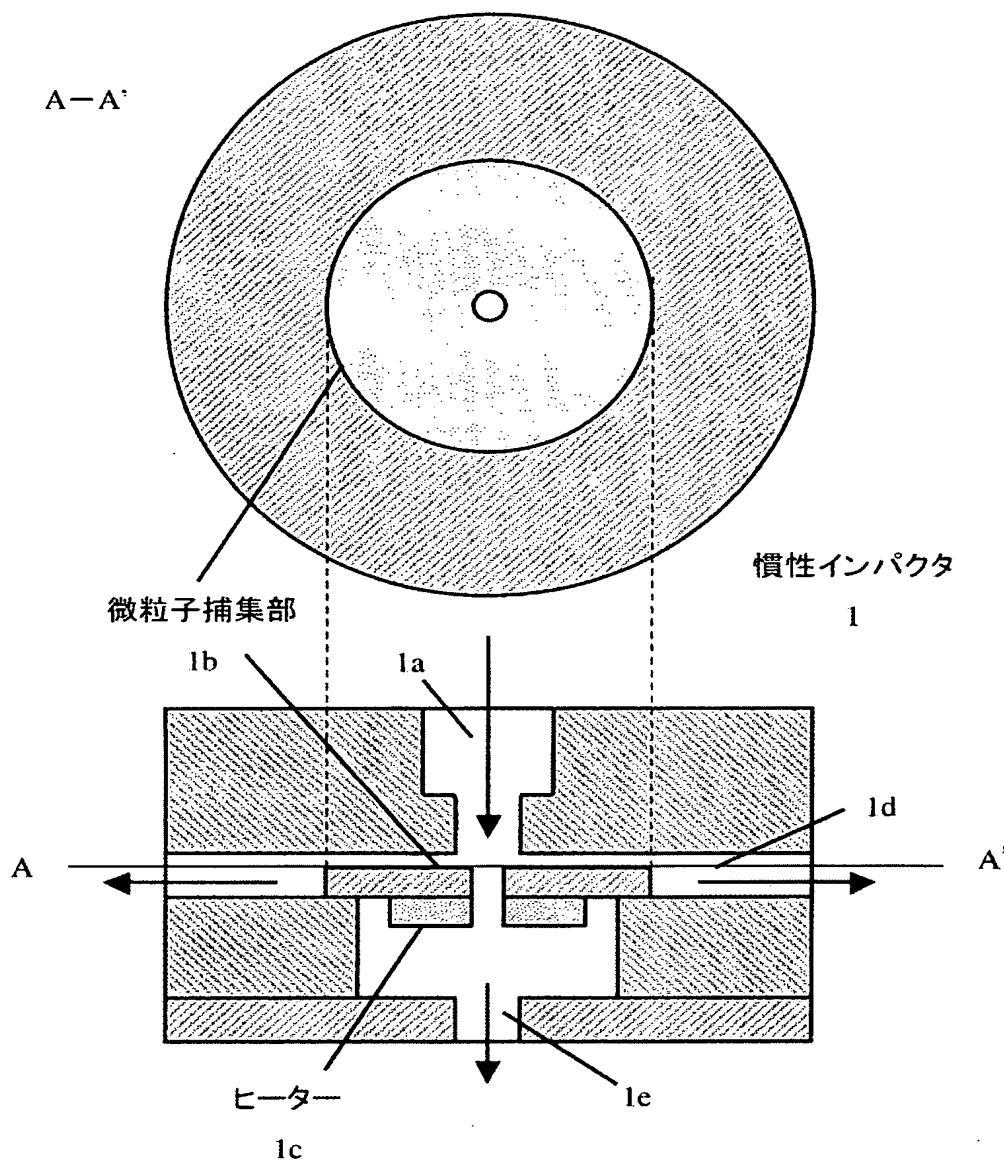
【図2】

図2



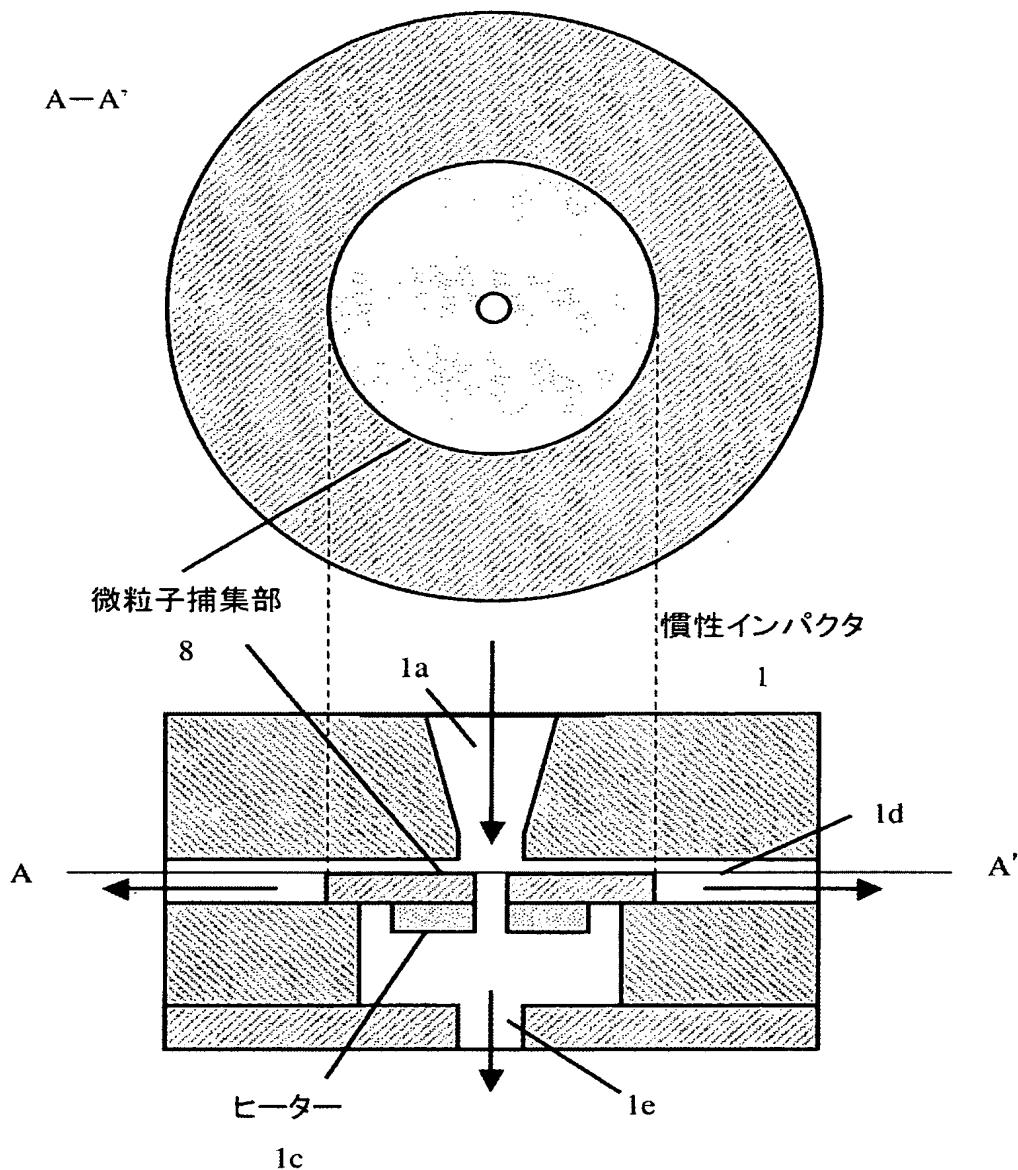
【図3】

図3



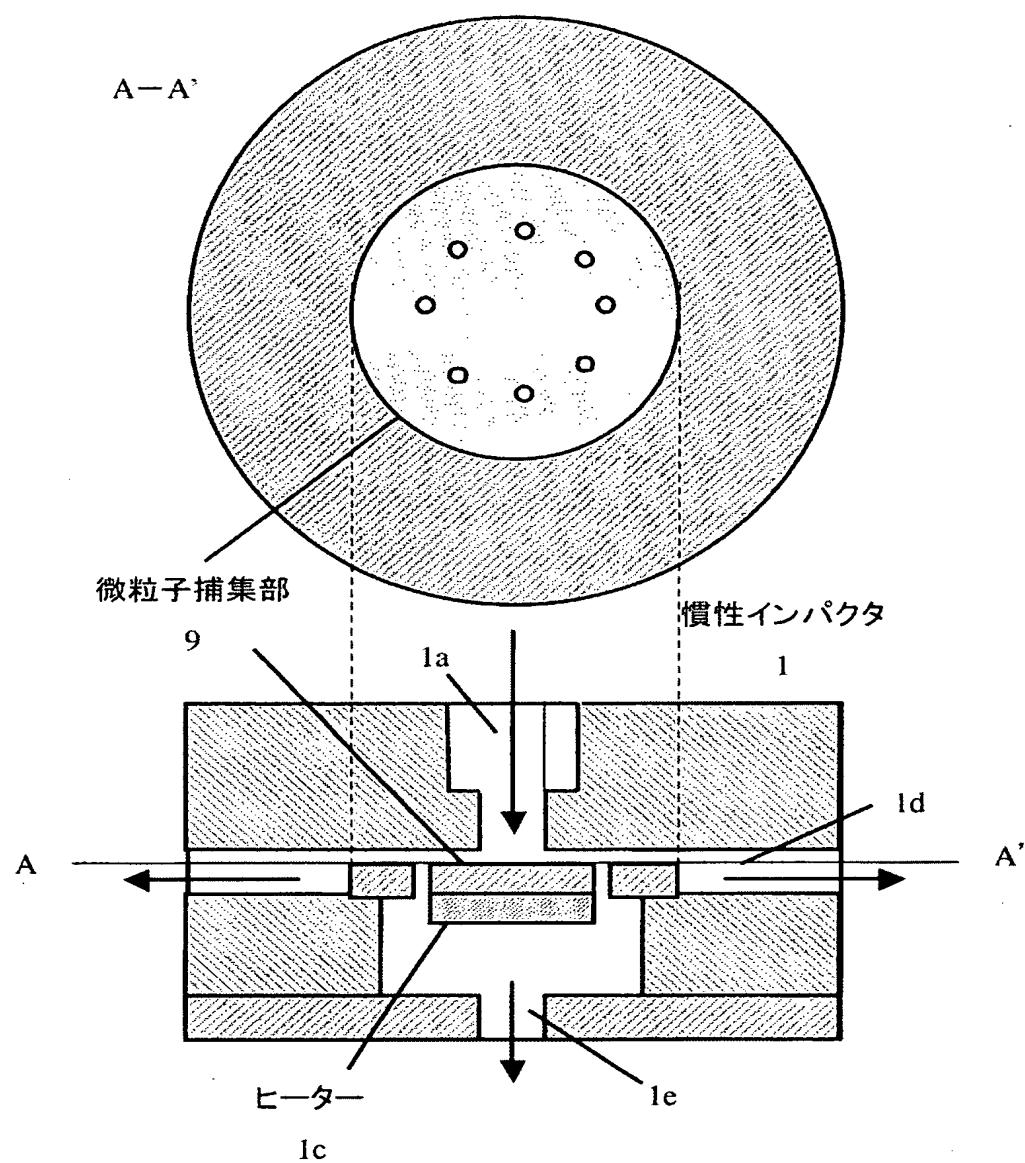
【図4】

図4



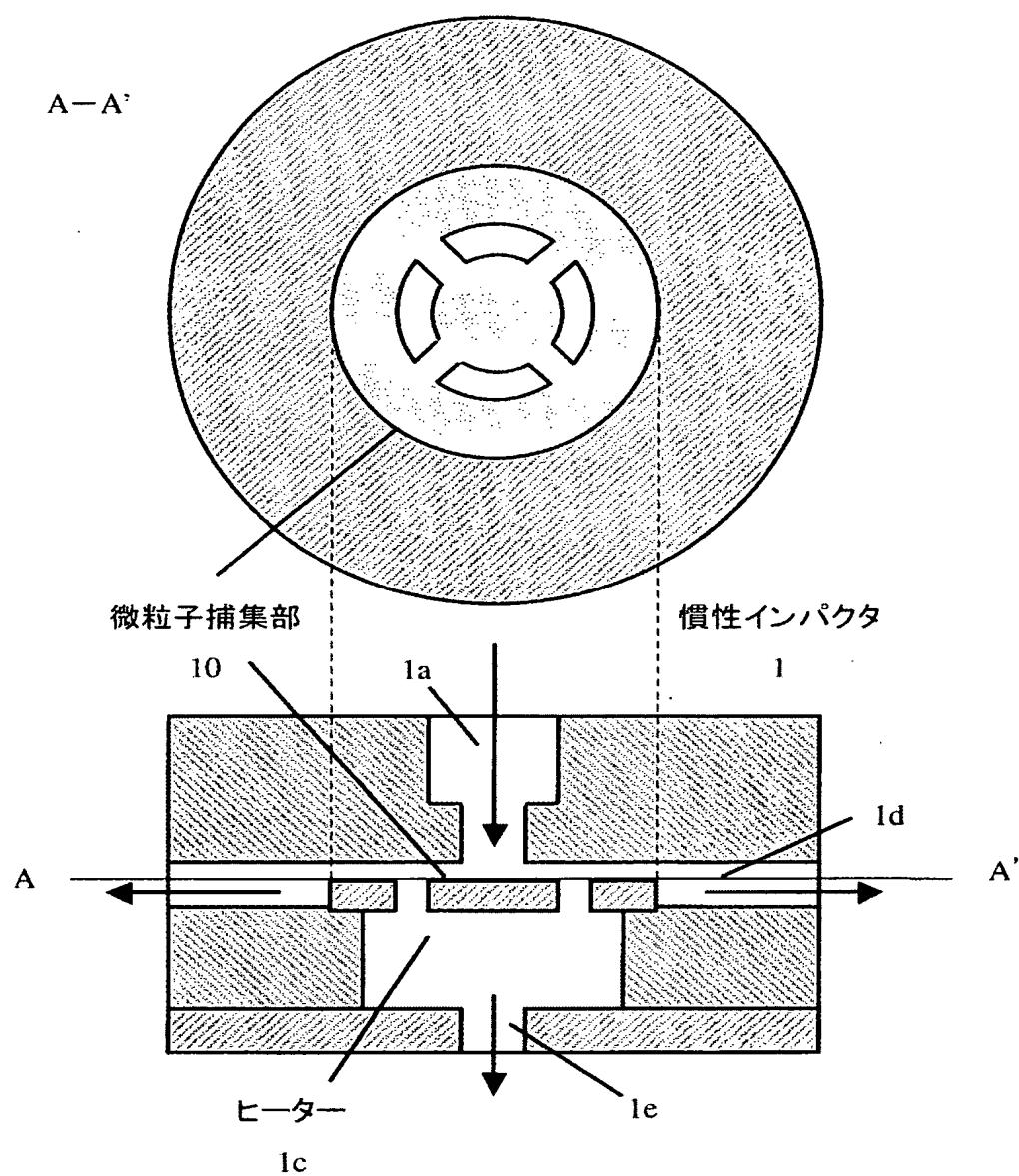
【図5】

図5



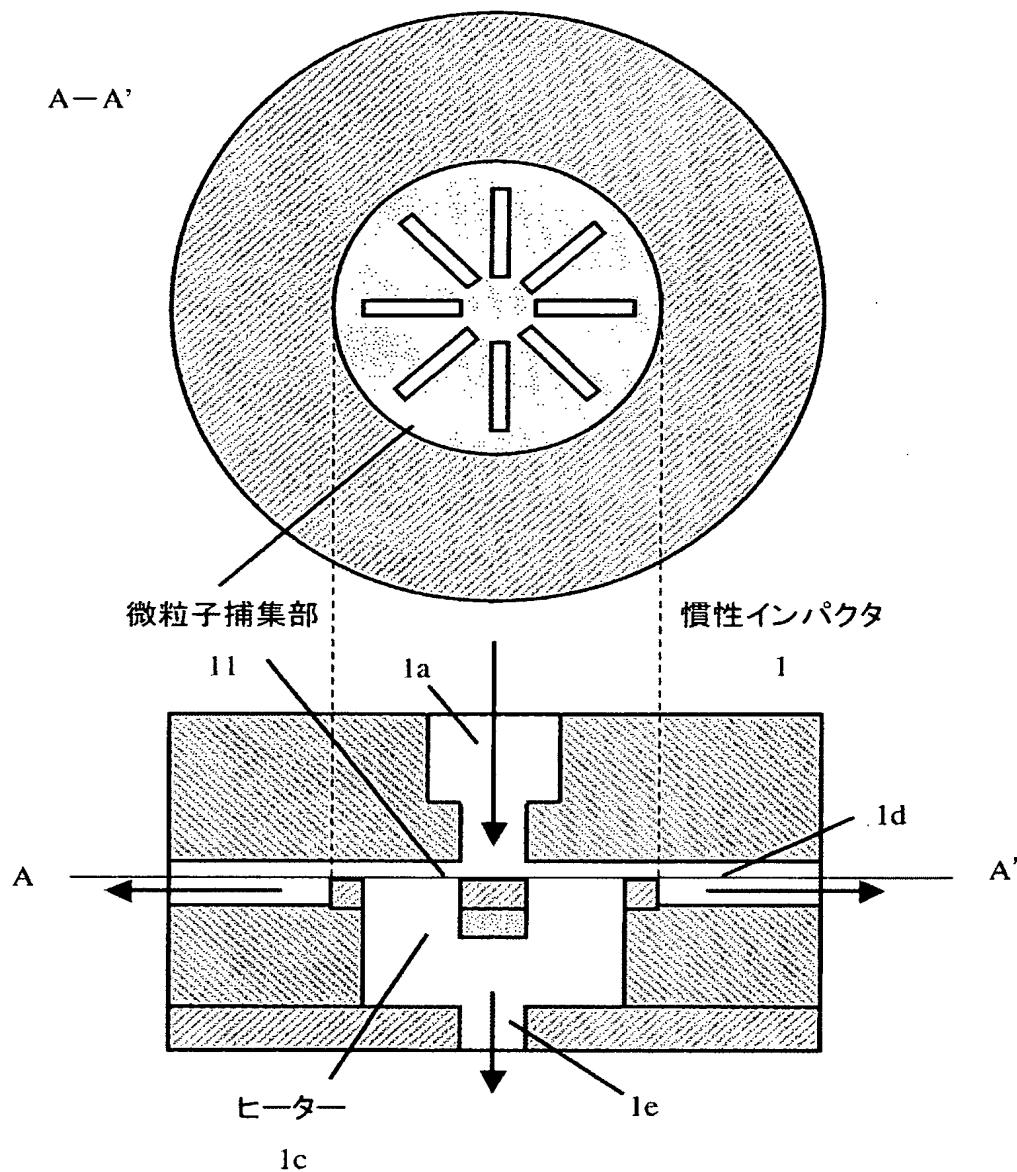
【図6】

図6



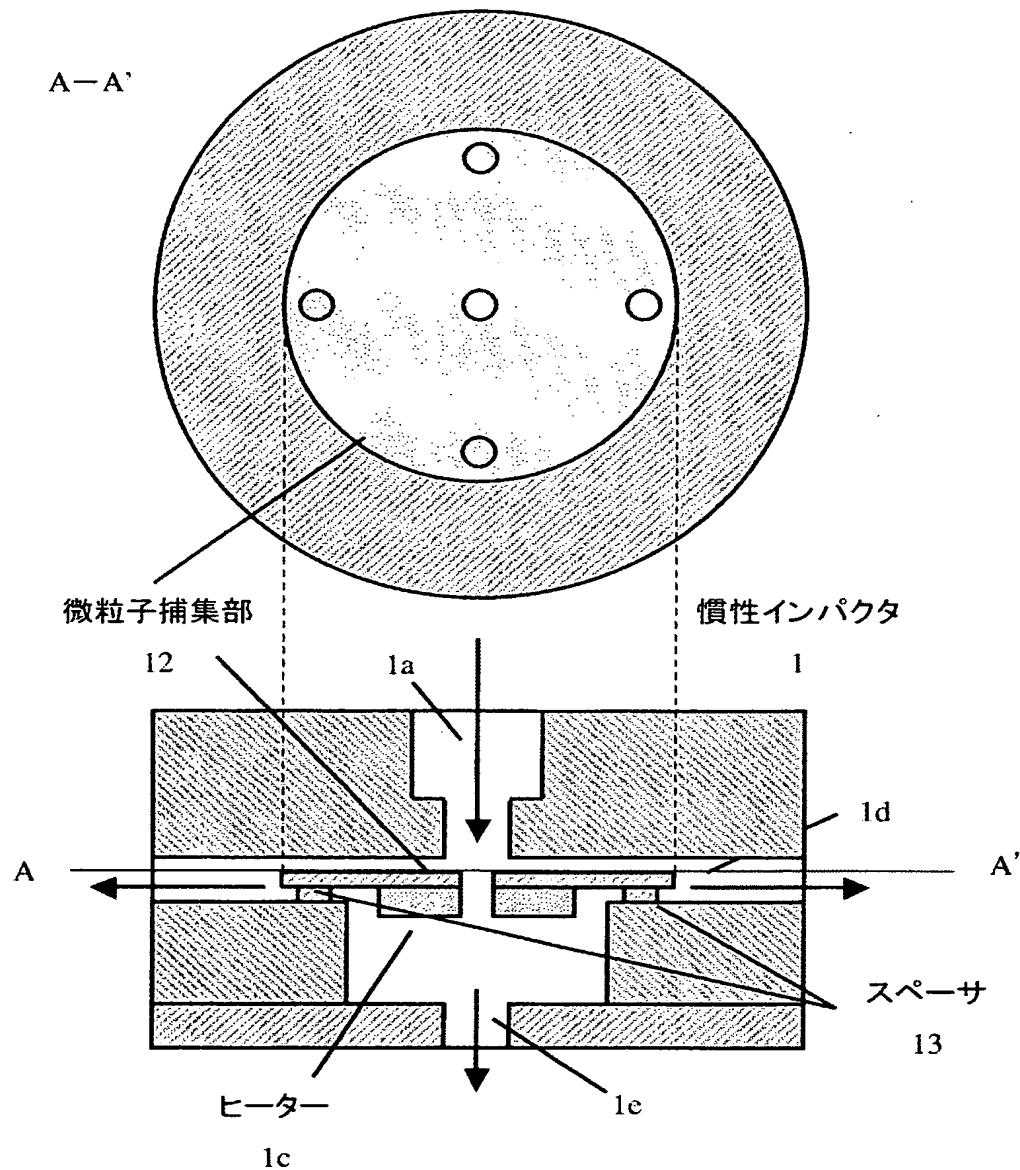
【図7】

図7



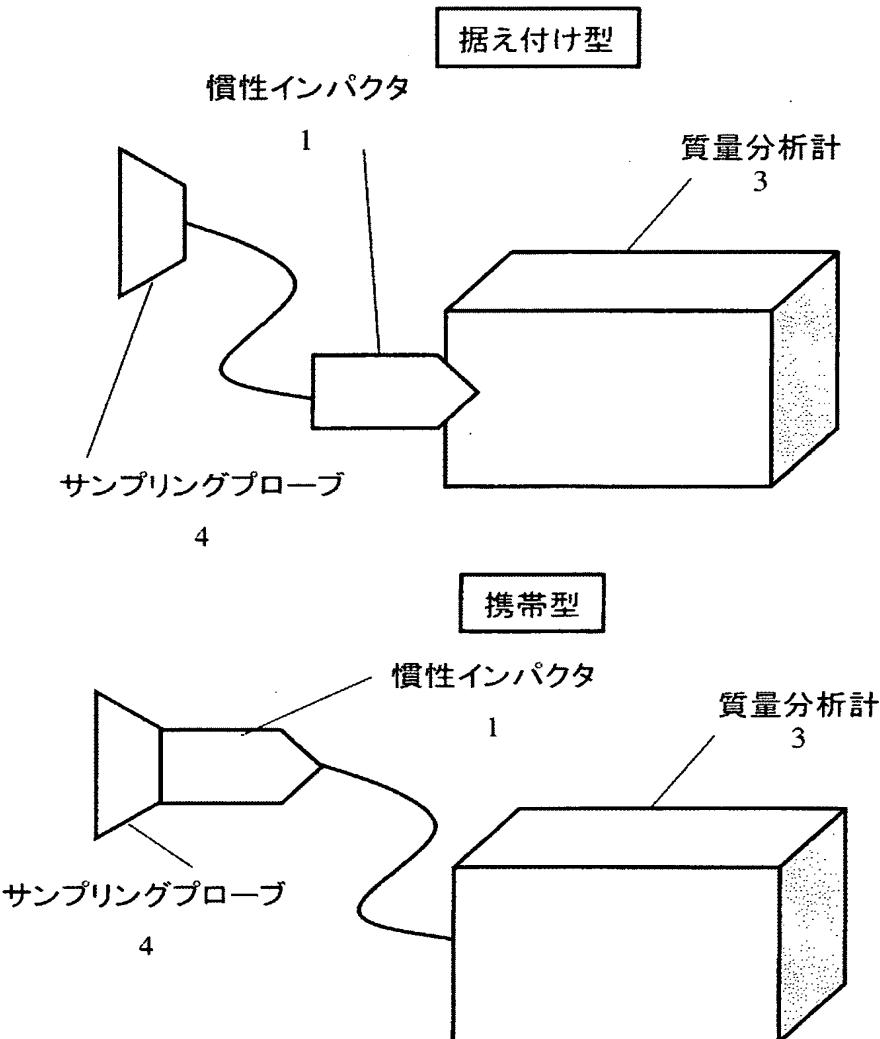
【図8】

図8



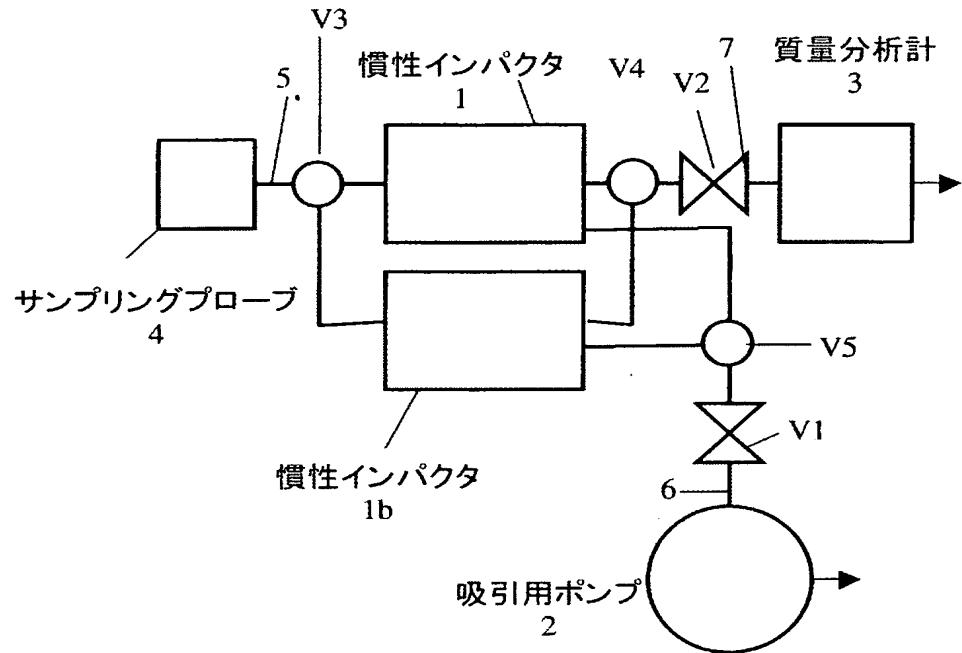
【図9】

図9



【図10】

図10

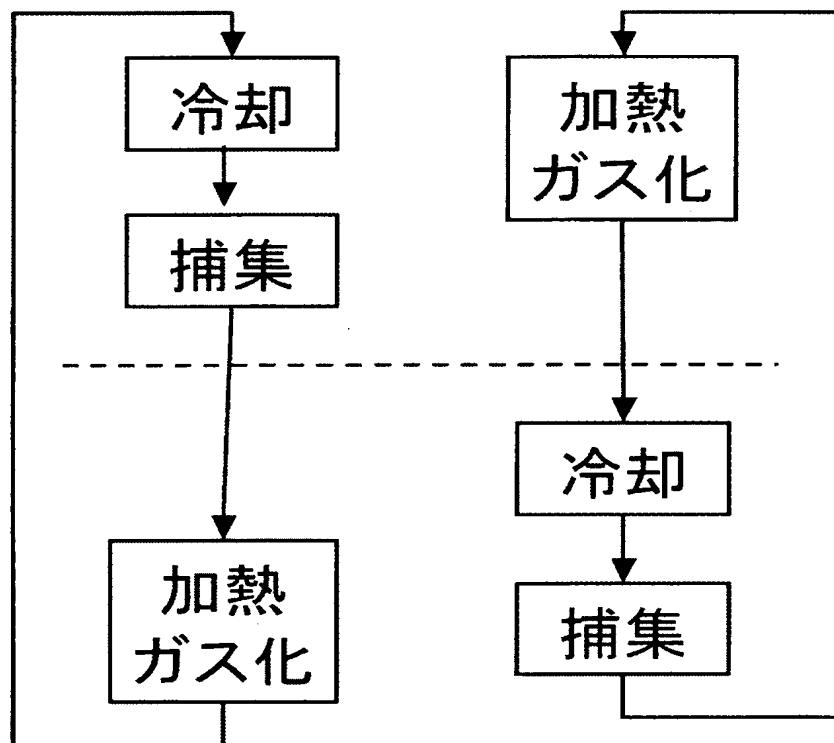


【図11】

図11

慣性インパクタ1A

慣性インパクタ1B



【図12】

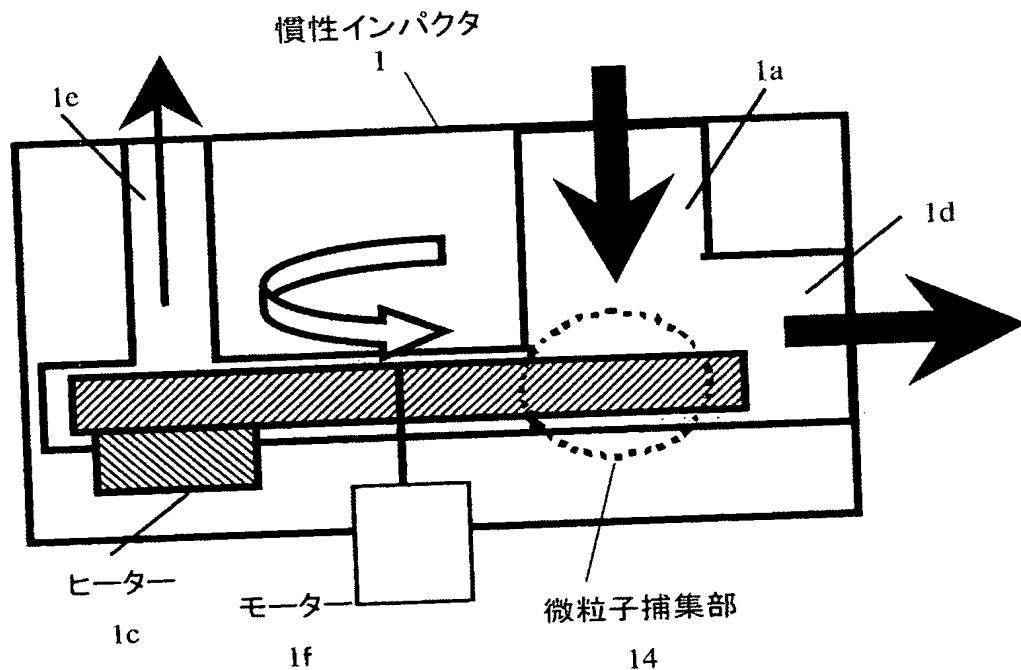
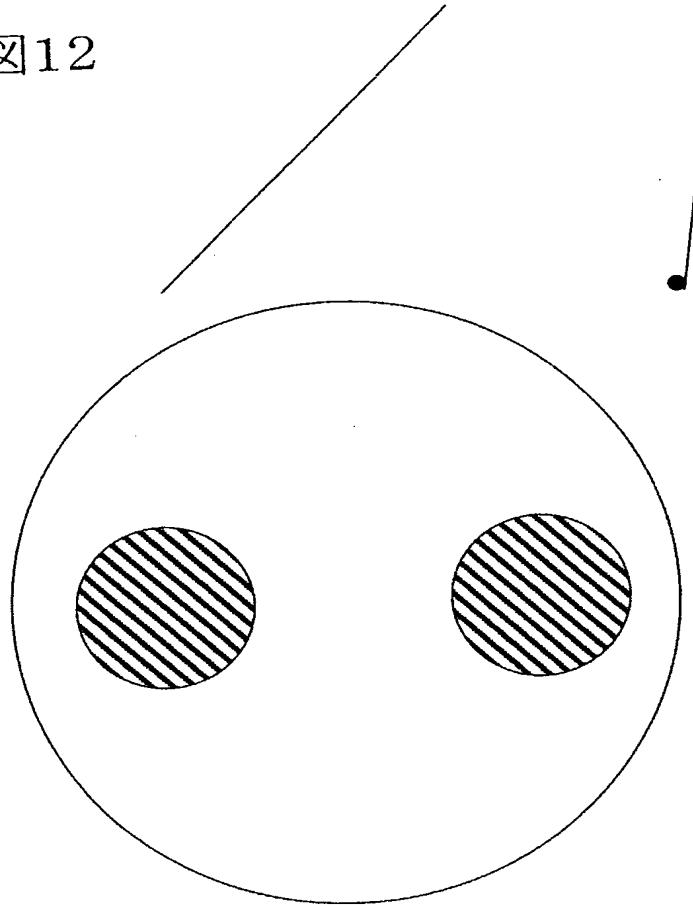


図12



【書類名】要約書

【要約】

【課題】

簡便で効率的に、被対象物に付着した微粒子状の物質を捕集し、分析対象物を抽出して分析する簡便な分析装置を提供する。

【解決手段】

吸引ポンプによって測定対象物から被測定気体を吸引し、この被測定気体に含まれる微粒子を抽出して分析計により計測する気中微粒子検出装置であって、分析計の上流側に所定の粒径以上の微粒子を捕集する慣性インパクタを配置し、この慣性インパクタの微粒子捕集部において微粒子を補足し、補足した微粒子を含む捕集部を加熱して捕集した微粒子を蒸発させて気化し、気化した被検査対象流体を分析計に供給して計測を行う形態である。

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2003-323869
受付番号	50301531768
書類名	特許願
担当官	第一担当上席 0090
作成日	平成15年 9月18日

<認定情報・付加情報>

【提出日】	平成15年 9月17日
-------	-------------

特願 2003-323869

出願人履歴情報

識別番号 [000005108]

1. 変更年月日 1990年 8月31日

[変更理由] 新規登録

住所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地
氏名 株式会社日立製作所